

<b>(51) Internationale Patentklassifikation<sup>6</sup> :</b>  <b>H01M 8/04</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/24137</b>  <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 4. Juni 1998 (04.06.98)
---	-----------	--

<p><b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/DE97/02695</p> <p><b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 17. November 1997 (17.11.97)</p> <p><b>(30) Prioritätsdaten:</b> 196 49 436.2 28. November 1996 (28.11.96) DE</p> <p><b>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):</b> SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).</p> <p><b>(72) Erfinder; und</b>  <b>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US):</b> BETTE, Willi [DE/DE]; Pappelgasse 7c, D-91056 Erlangen (DE). LERSCH, Josef [DE/DE]; Burgleite 19, D-91336 Heroldsbach (DE).</p>	<p><b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> CA, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b>  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.          Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>
---	---

**(54) Title:** PROCESS FOR RECOGNISING A GAS LEAK IN A FUEL CELL INSTALLATION WITH POLYMER ELECTROLYTES, AND FUEL CELL INSTALLATION

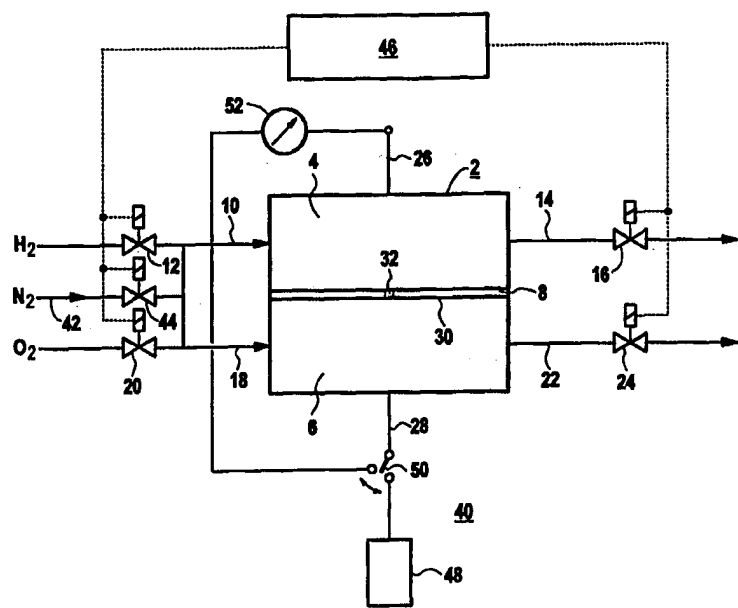
**(54) Bezeichnung:** VERFAHREN ZUM ERKENNEN EINES GASLECKS IN EINER BRENNSTOFFZELLENANLAGE MIT POLYMERELEKTROLYTEN UND BRENNSTOFFZELLENANLAGE

**(57) Abstract**

In a process for recognising a gas leak (32) between the anode and cathode gas chambers (4 and 6) of a PEM fuel cell (2), a cell voltage is sensed and during a first period the anode and cathode gas chambers (4 and 6) are rinsed with nitrogen (N<sub>2</sub>). During a second period, the cathode gas chamber (6) is filled with oxygen (O<sub>2</sub>) and the anode gas chamber (4) is filled with hydrogen (H<sub>2</sub>). The cell voltage fall as a function of time below a threshold value is measured and evaluated. This measure allows a gas leak (32) to be reliably recognised.

**(57) Zusammenfassung**

Bei dem vorliegenden Verfahren zum Erkennen eines Gaslecks (32) zwischen dem Anoden- und dem Kathodengasraum (4 bzw. 6) einer PEM-Brennstoffzelle (2) wird eine Zellspannung erfaßt und in einem ersten Zeitabschnitt der Anoden- und der Kathodengasraum (4 bzw. 6) mit Stickstoff (N<sub>2</sub>), gespült, in einem zweiten Zeitabschnitt der Kathodengasraum (6) mit Sauerstoff (O<sub>2</sub>) und der Anodengasraum (4) mit Wasserstoff (H<sub>2</sub>) gefüllt und anschließend das Absinken der Zellspannung in Abhängigkeit von der Zeit unter einem Grenzwert gemessen und ausgewertet. Durch diese Maßnahme ist ein zuverlässiges Erkennen des Gaslecks (32) gewährleistet.



### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshjan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Beschreibung

## VERFAHREN ZUM ERKENNEN EINES GASLECKS IN EINER BRENNSTOFFZELLENANLAGE MIT POLYMERELEKTROLYTEN UND BRENNSTOFFZELLENANLAGE

5

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Erkennen eines Gaslecks zwischen dem Anoden- und dem Kathodengasraum einer PEM-Brennstoffzelle und auf eine Brennstoffzellenanlage zum Durchführen des Verfahrens.

10

Es ist bekannt, daß bei der Elektrolyse von Wasser die Wassermoleküle durch elektrischen Strom in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt werden. In der Brennstoffzelle läuft dieser Vorgang in umgekehrter Richtung ab. Bei der elektrochemischen Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser entsteht elektrischer Strom mit hohem Wirkungsgrad, und zwar, wenn als Brenngas reiner Wasserstoff eingesetzt wird, ohne Emission von Schadstoffen und Kohlendioxid. Auch mit technischen Brenngasen, beispielsweise Erdgas oder Kohlegas, und mit Luft oder mit mit O<sub>2</sub> angereicherter Luft anstelle von reinem Sauerstoff, erzeugt eine Brennstoffzelle deutlich weniger Schadstoffe und weniger CO<sub>2</sub> als andere Energieerzeuger, die mit fossilen Energieträgern arbeiten. Die technische Umsetzung des Prinzips der Brennstoffzelle hat zu sehr unterschiedlichen Lösungen, und zwar mit verschiedenartigen Elektrolyten und mit Betriebstemperaturen zwischen 80° C und 1000° C, geführt. In Abhängigkeit von ihrer Betriebstemperatur werden die Brennstoffzellen in Nieder-, Mittel- und Hochtemperatur-Brennstoffzellen eingeteilt, die sich jeweils wiederum durch verschiedene technische Ausführungsformen unterscheiden.

Neben diesen grundsätzlichen Vorteilen bietet eine Brennstoffzelle mit einem festen Elektrolyten aus Kunststoff (Polymere Elektrolyt-Membran oder PEM) weitere positive Eigen-

schaften, wie geringe Betriebstemperatur (kleiner/gleich 80 °C), günstiges Überlastverhalten, geringe Spannungsdegradation, hohe Lebensdauer, günstiges Last- und Temperaturzyklusverhalten und Fehlen eines flüssigen korrosiven Elektrolyten. Außerdem ist sie auch für einen Betrieb mit Luft aus der Umgebung anstatt Sauerstoff geeignet. Alle diese Eigenschaften machen die mit Luft betreibbare PEM-Brennstoffzelle zu einem nahezu idealen Stromerzeuger, z.B. für den abgasfreien elektrischen Betrieb von Kraftfahrzeugen.

10

Ein Brennstoffzellenblock, der in der Fachliteratur auch „Stack“ genannt wird, setzt sich in der Regel aus einer Vielzahl von planar aufgebauten und aufeinandergestapelten Brennstoffzellen zusammen. Da der Brennstoffzellenblock nicht für sich allein betreibbar ist, sind im allgemeinen der Brennstoffzellenblock, ein Betriebsteil und eine zugeordnete Modulelektronik zu einem Brennstoffzellenmodul zusammengefaßt. Im Betriebsteil sind die Einrichtungen für die Versorgung mit Betriebsmitteln, beispielsweise Wasserstoff ( $H_2$ ), Sauerstoff ( $O_2$ ) oder Luft aus der Umgebung, für die Produktwasserabfuhr, die Verlustwärmeabfuhr, die Befeuchtung der Betriebsmittel und die Abfuhr der inerten Gasbestandteile zusammengefaßt.

20

Während des Betriebes eines PEM-Brennstoffzellenmoduls führt das Auftreten eines Defektes in einer einzelnen PEM-Brennstoffzelle zur Störung des Betriebes des gesamten PEM-Brennstoffzellenmoduls. Beispielsweise kann ein Gasübertritt von dem Anoden- zu dem Kathodengasraum der PEM-Brennstoffzelle aufgrund eines Lecks in der Membran-Elektrodeneinheit zu einer am Katalysator ausgelösten thermischen Reaktion von Wasserstoff ( $H_2$ ) und Sauerstoff ( $O_2$ ) führen. Als Problem erweist sich das rasche Erkennen des Gaslecks zwischen dem Anoden- und dem Kathodengasraum und daraus folgend das Identifizieren

30

einer solchen defekten Brennstoffzelle im Brennstoffzellenmodul.

Bei einem aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren zum  
5 Erkennen eines Gaslecks zwischen der Anoden- und der Kathodenseite der Brennstoffzelle wird eine Druckdifferenz zwischen diesen erzeugt und die Änderung der Geschwindigkeit der Druckdifferenz ausgewertet. Bei diesem Verfahren werden somit Drücke gemessen. Dieses Verfahren ist eine integrale Messung  
10 über mehrere Brennstoffzellen des Brennstoffzellenmoduls, d.h. es besteht keine Möglichkeit zur Identifizierung einer einzelnen defekten Brennstoffzelle im Brennstoffzellenmodul. Außerdem ist das Verfahren zum Erkennen kleiner Lecks in einem Brennstoffzellenmodul aufgrund seiner geringen Empfind-  
15 lichkeit ungeeignet.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren mit einer ausreichenden Empfindlichkeit zum Erkennen eines Gaslecks zwischen dem Anoden- und dem Kathodengasraum einer  
20 PEM-Brennstoffzelle anzugeben.

Bei einem Verfahren zum Erkennen eines Gaslecks zwischen dem Anoden- und dem Kathodengasraum einer PEM-Brennstoffzelle durch Erfassen der Zellspannung  $U$  wird gemäß der Erfindung in  
25 einem ersten Zeitabschnitt der Anoden- und der Kathodengasraum mit Stickstoff ( $N_2$ ) gespült, in einem zweiten Zeitabschnitt der Kathodengasraum mit Sauerstoff ( $O_2$ ) und der Anodengasraum mit Wasserstoff ( $H_2$ ) gefüllt und anschließend das Absinken der Zellspannung  $U$  in Abhängigkeit von der Zeit unter  
30 einen Grenzwert  $U_G$  gemessen und ausgewertet.

Die auswertbare Zellspannung  $U$  zwischen dem Anoden- und dem Kathodengasraum liegt im Bereich der Leerlaufspannung der PEM-Brennstoffzelle von etwa 1 V. Mit dieser auswertbaren

Zellspannung  $U$  weist das Verfahren eine ausreichende Empfindlichkeit zum Erkennen des Gaslecks in der PEM-Brennstoffzelle auf, wodurch eine technisch zuverlässige Anwendbarkeit gewährleistet ist. Jede einzelne Zelle kann mit dem Verfahren  
5 individuell untersucht werden. Der Nachteil einer integralen Messung, wo nur entschieden werden kann, ob eine defekte Zelle innerhalb einer Gruppe von mehreren Zellen vorliegt, diese aber nicht genau lokalisiert werden kann, wird hier vermieden. Je schneller die Zellspannung  $U$  unter den Grenzwert  $U_G$   
10 absinkt, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein eines Lecks in der Brennstoffzelle.

Vorzugsweise wird der Anodengasraum und/oder der Kathodengasraum während der Messung geschlossen gehalten. Eine weitere  
15 Zufuhr von Betriebsmitteln ist somit unterbunden. Eine Vergrößerung des eventuell vorhandenen Lecks aufgrund von heftigen Reaktionen zwischen ständig der Brennstoffzelle zugeführten Betriebsmitteln wird unterbunden.

20 Insbesondere kann zwischen dem ersten und dem zweiten Zeitabschnitt der Sauerstoff ( $O_2$ ) aus dem Kathodengasraum größtenteils entfernt werden. Im Kathodengasraum bleibt nur noch ein Restsauerstoff ( $O_2$ ) übrig, der an der Kathode haftet. Das Zeitintervall für die Messung kann somit verkürzt werden; eine  
25 Vergrößerung des Lecks aufgrund von ansonsten verstärkt auftretenden chemischen Reaktionen kann hierdurch im wesentlichen vermieden werden.

In einer weiteren Ausgestaltung ist als Grenzwert  $U_G$  für die  
30 Zellspannung  $U$  etwa die Hälfte der Leerlaufspannung der PEM-Brennstoffzelle vorgegeben. Die Hälfte der Leerlaufspannung beträgt ungefähr 0,5 V. Fällt die Zellspannung  $U$  innerhalb einer Zeitspanne von 15 bis 20 s, insbesondere innerhalb von 16 s, unter den Grenzwert  $U_G$  ab, so kann mit Sicherheit ange-

nommen werden, daß die Brennstoffzelle ein Leck aufweist. Bei einer funktionsfähigen Brennstoffzelle ohne Leck würde die Zellspannung erst nach wenigstens 50 s unter den Grenzwert  $U_G$  absinken. Eine defekte Brennstoffzelle kann mit dem Verfahren  
5 also eindeutig erkannt werden.

Eine Brennstoffzellenanlage mit einer PEM-Brennstoffzelle hat gemäß der Erfindung eine Steuerung zum Durchführen des Verfahrens, d.h. zum Zuführen des Stickstoffs und zum Abprüfen  
10 bzw. Messen der Zellspannung.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen wiedergegeben.

15 Zum besseren Verständnis der Erfindung und ihrer Weiterbildungen wird ein Ausführungsbeispiel anhand einer Figur erläutert. In der FIG ist eine PEM-Brennstoffzellenanlage schematisch dargestellt.

20 Gemäß der FIG umfaßt eine Brennstoffzellenanlage 40 eine PEM-Brennstoffzelle (Zelle 2), die einen Anodengasraum 4 und einen Kathodengasraum 6 aufweist. Der Anoden- und der Kathodengasraum 4 bzw. 6 sind durch eine Membran-Elektrodeneinheit 8 voneinander trennt.

25 Über eine Zuführungsleitung 10 mit einem ersten steuerbaren Ventil 12 und eine Abführungsleitung 14 mit einem zweiten steuerbaren Ventil 16 werden dem Anodengasraum 4 Betriebsmittel zu- bzw. aus demselbigen abgeführt. Entsprechend werden  
30 über eine Zuführungsleitung 18 mit einem dritten steuerbaren Ventil 20 und eine Abführungsleitung 22 mit einem vierten steuerbaren Ventil 24 dem Kathodengasraum 6 Betriebsmittel zu- bzw. aus demselbigen abgeführt. Über eine weitere Zuführungsleitung 42 mit einem fünften steuerbaren Ventil 44, wo-

bei die Zuführungsleitung 42 sich gabelt und in die Zuführungsleitungen 10,18 mündet, kann die Zelle 2 mit Stickstoff ( $N_2$ ) gespült werden.

5 Die steuerbaren Ventile 12,16,20,24 und 44 werden mit einer Steuerung 46 geschaltet.

Der in der Zelle 2 erzeugte elektrische Strom wird über eine elektrische Leitung 28 einer Last 48 zur weiteren Nutzung zugeführt. In die elektrische Leitung 28 ist ein elektrischer  
10 Schalter 50 geschaltet, über den im geschlossenen Zustand der elektrische Strom aus der Zelle 2 abfließt. Ist der Schalter 50 geöffnet, so kann über eine elektrische Leitung 26 mit einem in ihr geschalteten Voltmeter 52 die elektrische Zell-  
15 spannung  $U$  der Zelle 2 gemessen werden, ohne daß ein elektrischer Strom fließt.

Bei einem Verfahren zum Erkennen eines Gaslecks 32 zwischen dem Anoden- und dem Kathodengasraum 4 bzw. 6 in der Membran-  
20 Elektrodeneinheit 8 werden in einem ersten Zeitabschnitt der Anoden- und der Kathodengasraum 4 bzw. 6 mit Stickstoff ( $N_2$ ) gespült. Durch diese Maßnahme wird ein inerter Zustand im Anoden- und Kathodengasraum 4 bzw. 6 erzielt. Um diesen inerten Zustand zu erreichen, kann auch ein anderes inertes Gas  
25 verwendet werden. Im ersten Zeitabschnitt sind die steuerbaren Ventile 44, 16 und 24 geöffnet.

Anschließend wird der Stickstoff ( $N_2$ ) über die Abführungsleitungen 14 und 22 aus der Zelle 2, beispielsweise durch Ab-  
30 pumpen, entfernt.

In einem zweiten Zeitabschnitt, der zeitlich auf den ersten Zeitabschnitt folgt, wird der Kathodengasraum 6 für etwa 1 s

mit Sauerstoff ( $O_2$ ) bei einem absoluten Druck von ungefähr 2,3 bar gefüllt.

5 Danach wird das Ventil 20 in der Zuführungsleitung 18 für den Kathodengasraum 6 geschlossen, um eine weitere Zufuhr von Sauerstoff ( $O_2$ ) zu verhindern. Über die Abführungsleitung 22 wird nun der Sauerstoff ( $O_2$ ) fast vollständig entfernt und das Ventil 24 in der Abführungsleitung 22 anschließend geschlossen. Auf der Kathode 30 der Membran-Elektrodeneinheit 8  
10 ist ein Rest von Sauerstoff ( $O_2$ ) durch Adsorption angelagert, welcher nicht aus dem Kathodengasraum 6 entfernt worden ist.

Der Anodengasraum 4 wird im zweiten Zeitabschnitt bei geschlossenem Ventil 16 für ungefähr 0,1 s mit Wasserstoff ( $H_2$ )  
15 bei einem absoluten Druck von etwa 2,0 bar aufgefüllt. Nach dem Auffüllen wird das Ventil 12 in der Zuführungsleitung 10 geschlossen. Durch diese Maßnahme wird die reaktionsfähige Menge an Wasserstoff ( $H_2$ ) auf das Volumen des Anodengasraumes 4 und der dazugehörigen Abschnitte der Zuführungsleitung 10  
20 und der Abführungsleitung 14 begrenzt.

Nach Ablauf dieser Prozedur sind die Ventile 12, 16, 20, 24 und 44 geschlossen und die Zelle 2 ist von ihrer Umgebung gasdicht abgetrennt. In diesem Zustand der Brennstoffzellenanlage 40 wird die Zellspannung  $U$  der Zelle 2 bei geöffnetem  
25 Schalter 50, d.h. daß kein elektrischer Strom fließt, gemessen. Mit der Messung sollte jeweils unmittelbar nach dem zweiten Zeitabschnitt begonnen werden.

30 Die Zellspannung  $U$ , d.h. die Leerlaufspannung, hat zu Beginn der Messung einen Wert von ca. 1 V. Weist die Zelle 2 kein Gasleck in der Membran-Elektrodeneinheit 8 auf, so fällt die Zellspannung  $U$  innerhalb einer Zeitspanne von ca. 1 min auf 0 V ab. Weist hingegen die Zelle 2 ein Gasleck auf, so fällt

die Spannung wesentlich schneller ab, da der Wasserstoff ( $H_2$ ) des Anodengasraumes 4 direkt mit dem Sauerstoff ( $O_2$ ) des Kathodengasraumes 6 reagiert. Als Kriterium für das Vorhandensein eines Gaslecks wird somit definiert, daß die Zellspannung  $U$  innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls, das deutlich kleiner als 1 min ist, unterhalb eines Grenzwertes  $U_G$ , der wesentlich kleiner als die Leerlaufspannung ist, absinkt.

10 Die Zeitspanne sollte zwischen 15 und 20 s bemessen sein. Eine Zeitspanne von 16 s hat sich in der Praxis besonders bewährt, wobei der Grenzwert  $U_G$  ungefähr die Hälfte der Leerlaufspannung, d.h. etwa 0,5 V, beträgt. Fällt die Zellspannung  $U$  also innerhalb dieser Zeitspanne unter diesen Grenzwert  $U_G$  ab, so ist das Gasleck 32 in der Zelle 2 vorhanden.

Das Verfahren weist aufgrund der im Bereich der Leerlaufspannung liegenden auswertbaren Zellspannung  $U$  eine ausreichend hohe Empfindlichkeit auf. In einem Brennstoffzellenblock, der aus einer Anzahl von Zellen besteht, kann das Verfahren auch auf mehrere in Reihe geschaltete Zellen (bis zu beispielsweise 5) angewendet werden. Es kann dann allerdings nur entschieden werden, ob eine defekte Zelle in dieser Gruppe von Zellen vorliegt. Der Grenzwert  $U_G$  muß dann entsprechend der Anzahl der Zellen in der zu untersuchenden Gruppe angepaßt werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Erkennen eines Gaslecks (32) zwischen dem Anoden- und dem Kathodengasraum (4 bzw. 6) einer PEM-Brennstoffzelle (2) durch Erfassen der Zellspannung  $U$ ,  
5     d a d u r c h     g e k e n n z e i c h n e t,     daß in einem ersten Zeitabschnitt der Anoden- und der Kathodengasraum (4 bzw. 6) mit Stickstoff ( $N_2$ ) gespült, in einem zweiten Zeitabschnitt der Kathodengasraum (6) mit Sauerstoff ( $O_2$ ) und der  
10    Anodengasraum (4) mit Wasserstoff ( $H_2$ ) gefüllt werden und anschließend das Absinken der Zellspannung  $U$  in Abhängigkeit von der Zeit unter einen Grenzwert  $U_G$  gemessen und ausgewertet wird.
- 15    2. Verfahren nach Anspruch 1,  
   d a d u r c h     g e k e n n z e i c h n e t,     daß der Anodengasraum (4) und/oder der Kathodengasraum (6) während der Messung geschlossen gehalten wird.
- 20    3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
   d a d u r c h     g e k e n n z e i c h n e t,     daß zwischen dem ersten und zweiten Zeitabschnitt der Stickstoff ( $N_2$ ) aus dem Anoden- und dem Kathodengasraum (4 bzw. 6) entfernt wird.
- 25    4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
   d a d u r c h     g e k e n n z e i c h n e t,     daß im zweiten Zeitabschnitt der Kathodengasraum (6) für etwa 1 s mit Sauerstoff ( $O_2$ ) bei einem absoluten Druck von ungefähr 2,3 bar gefüllt wird.
- 30    5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
   d a d u r c h     g e k e n n z e i c h n e t,     daß nach dem zweiten Zeitabschnitt der Sauerstoff ( $O_2$ ) größtenteils entfernt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Grenzwert  $U_G$  etwa die Hälfte der Leerlaufspannung der PEM-Brennstoffzelle (2), insbesondere ungefähr 0,5 V, beträgt.

5

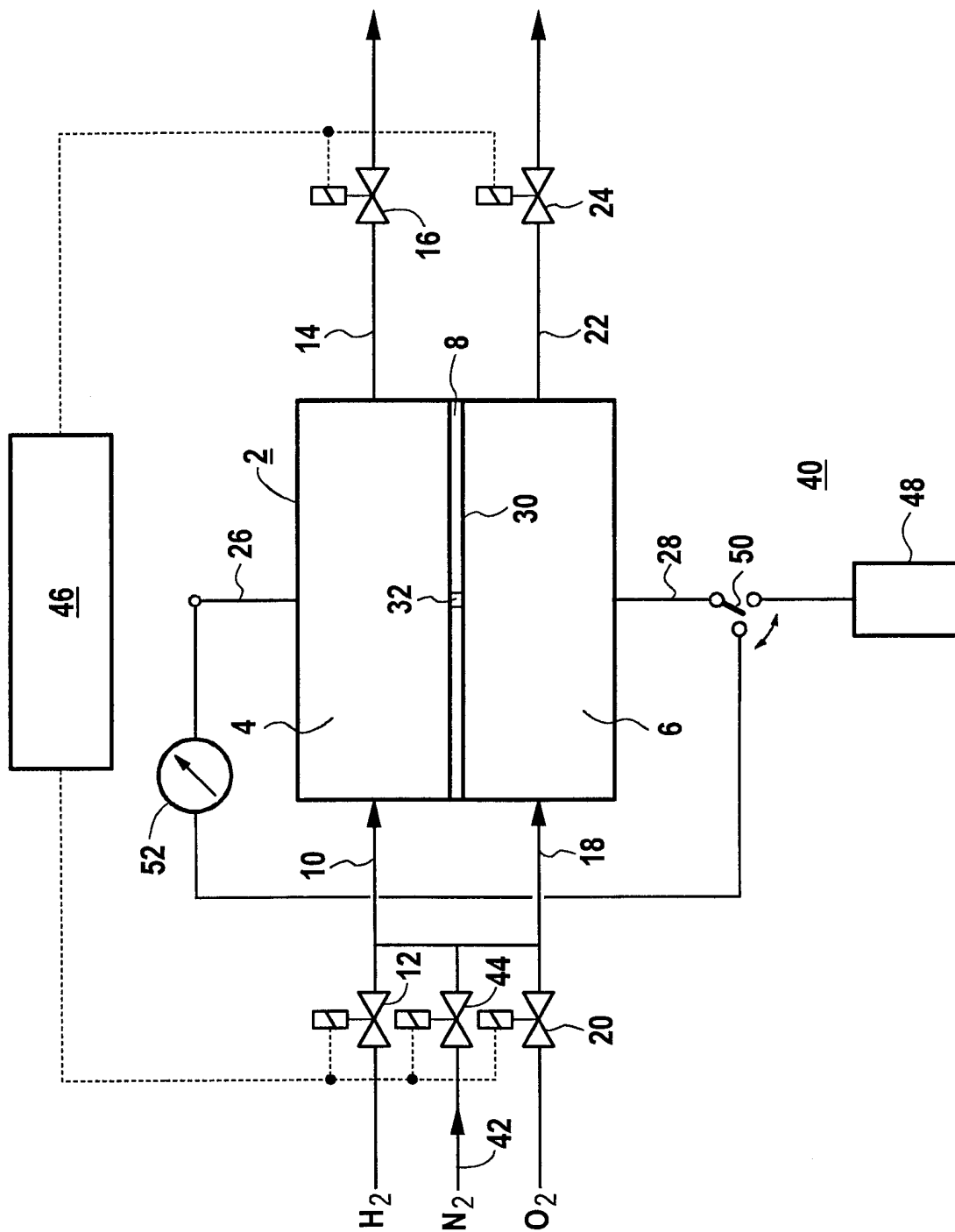
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Zellspannung  $U$  für 15 bis 20 s, insbesondere für etwa 16 s, gemessen wird.

10

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß im zweiten Zeitabschnitt der Anodengasraum (4) für etwa 0,1 s mit Wasserstoff ( $H_2$ ) bei einem absoluten Druck von ungefähr 2,0 bar gefüllt wird.

15

9. Brennstoffzellenanlage (40) mit einer PEM-Brennstoffzelle (2), die Anschlüsse (42,26,28) zum Zuführen von Stickstoff ( $N_2$ ) und zum Abgreifen der elektrischen Spannung aufweist,  
20 und einer Steuerung (46) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8.



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 97/02695

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

IPC 6 H01M8/04

According to International Patent Classification(IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 716 463 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 12 June 1996 see column 11, line 49 - column 12, line 33; claim 1	
A	---	
	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 027 (E-046), 18 February 1981 -& JP 55 154075 A (HITACHI LTD; OTHERS: 01), 1 December 1980, see abstract	
	-----	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 April 1998

Date of mailing of the international search report

28/04/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

D'hondt, J

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 97/02695

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0716463 A	12-06-96	JP 8138697 A	31-05-96
		JP 8167421 A	25-06-96

---

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/02695

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 6 H01M8/04				
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK				
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b>				
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 6 H01M				
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen				
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)				
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>				
Kategorie <sup>3</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.		
A	EP 0 716 463 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 12.Juni 1996 siehe Spalte 11, Zeile 49 - Spalte 12, Zeile 33; Anspruch 1 ---			
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 027 (E-046), 18.Februar 1981 -& JP 55 154075 A (HITACHI LTD; OTHERS: 01), 1.Dezember 1980, siehe Zusammenfassung -----			
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie				
<sup>3</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : <table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;">                     "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist                      "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist                      "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)                      "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht                      "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist                 </td> <td style="vertical-align: top;">                     "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist                      "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden                      "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist                      "&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist                 </td> </tr> </table>			"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist	"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist	"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist			
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche  21. April 1998		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts  28/04/1998		
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P. B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  D'hondt, J		

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/02695

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0716463 A	12-06-96	JP 8138697 A JP 8167421 A	31-05-96 25-06-96
-----			